

MINERIA

Estudio geológico y metalogénico de la zona de Beariz (Orense) y de sus yacimientos minerales de Sn-W

I. Introducción a la Minería y a la Geología del área

Por R. CASTROVIEJO (*)

RESUMEN

Dada la situación de la minería del estaño en España, es necesaria en la actualidad una cuantiosa importación para satisfacer la demanda de este metal. Las reservas estanníferas que existen en Galicia —y en particular en Orense— son de primer orden en España. Sin embargo, dichas reservas son muy poco conocidas. Este trabajo pretende contribuir a un mayor conocimiento de las mismas, que facilite una explotación más racional de nuestros recursos.

La zona de Beariz, cuya extensión es de unos 60 km², está formada por sedimentos de edad variable —Precambriano (?) a Paleozoico medio—, sometidos a plegamiento y metamorfismo durante la Orogenia Herciniana y a la intrusión de una masa granítica de edad westfaliense.

Los sedimentos primitivos se han transformado en esquistos, micacitas y cuarcitas epizonales (facies pizarras verdes de Winkler), por efecto del metamorfismo regional herciniano.

La intrusión consiste en un granito de dos micas —con una facies de borde muscovítica—, que origina un metamorfismo de contacto poco intenso (facies de las corneanas de albite y epidota de Winkler). El emplazamiento tuvo lugar probablemente en un estado plástico, es decir, cuando la masa ya estaba parcialmente consolidada. Los filones y diques aplíticos, trumaliníferos, etc., abundan a lo largo del contacto, así como los efectos metasomáticos debidos a fluidos de origen magmático, entre los cuales se cuentan los que han causado la mineralización.

Se han distinguido tres fases tectónicas hercinianas, siendo las dos primeras homoxiales, con un eje aproximado N-S, mientras que el de la tercera es más o menos perpendicular a éste (Tectónica B. B'). La primera fase da lugar a una esquistosidad s_1 , de rumbo NNW-SSE prerominantemente. La segunda repliega s_1 en algunas zonas y de forma casi nunca penetrativa y es responsable de la fracturación principal; por ser contemporánea de la intrusión, son sus direcciones de tensión σ_1 (aproximadamente E-W) las que predominan entre las mineralizadas; las fracturas de dirección N-S con relleno pueden deberse, ya sea a la mecánica de la intrusión, ya sea al relajamiento elástico de los esfuerzos de esta segunda fase, ya sea a la fase tercera, que es mucho más débil que las anteriores y que se manifiesta por la fracturación y por las dispersiones que produce en los máximos de los polos de s_1 .

Del estudio petrográfico y observaciones de campo, se deduce que ciertas zonas pueden tener interés para una prospección en busca de reservas ocultas. Estas zonas están situadas fuera de las hasta ahora explotadas.

En cuanto a las zonas mineralizadas, se establecen la paragénesis de las distintas minas o grupos mineros accesibles, su secuencia de cristalización y sus condiciones de formación, que en general son neumatolíticas para la mineralización de interés económico (casiterita y wolframita, que se presentan en filones de cuarzo y mica blanca sobre todo), pudiendo haber una transición hasta el período hidrotermal (mineralización neumatolítico-hidrotermal de casiterita, wolframita y scheelita). La fase hidrotermal propiamente dicha es casi siempre estéril. En la mayor parte de las minas —si no en todas— quedan todavía reservas sin explotar, pero ninguna de ellas está en actividad actualmente.

El estudio aquí resumido se desarrolla en una serie de trabajos, de los cuales el primero es el que figura a continuación; los demás irán apareciendo en los números sucesivos de esta revista, según se indica en la introducción. La bibliografía se incluirá con el último trabajo.

(*) Cátedra de Mineralogía. E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid.

ABSTRACT

The tin-reserves located in Galicia, and particularly in Orense, are of prime importance for Spain, which must import a considerable percentage of its yearly tin-consumption; these reserves are nevertheless unknown to a great extent. The present work, centered on the geologic and metallogenetic study of the tin-producing Beariz-area, hopes to be a contribution to a better knowledge and to a more rational exploitation of these resources.

The 60 km²-wide Beariz area consists of Precambrian (?) to mid-Paleozoic sediments which were subjected to folding and metamorphism during the Hercynian Orogeny and suffered the intrusion of a granitic mass in Westphalian time.

The sediments were transformed into epizonal schists, mica-schists and quartzites (greenschist facies of Winkler) through the action of the Hercynian regional metamorphism.

The intrusion forms a two-mica granite stock, with a muscovitic marginal facies, that produces a weak contact metamorphism (albite-epidote-hornfels facies of Winkler). The emplacement took place probably in a plastic state, i. e. when the mass was already partially solidified. Aplitic, tourmaliniferous, etc. lodes and dykes are abundant along the contact, as are the metasomatic effects caused by fluids of magmatic origin, to which belong the mineralizing solutions. The existence of further buried granitic domes is suspected.

Three Hercynian tectonic phases were distinguished; the first ones are homoxial, their axis-direction being about N-S, while the axis of the third phase is approximately perpendicular to this direction (B B' Tectonic). The first phase causes a schistosity s_1 that strikes mainly NNW-SSE. The second one, which is contemporary of the intrusion, folds s_1 in some places in a seldom penetrative way and is responsible for the principal and most abundant fractures; it is its σ_1 -direction (about E-W) which predominates among the mineralized lodes. The N-S fractures with filling (of subordinate importance) can be explained in a variety of ways: through the mechanics of the intrusion, through elastic relaxation of the stresses of this second phase and through the third phase, which is much weaker than the preceeding ones, and originates fractures and dispersions in the pole-concentrations of s_1 .

After petrographic and field observations, some promising zones are proposed, which are located outside the heretofore worked areas.

So far as these mining areas are concerned, the parageneses of the various accessible mines or mining groups are established, as are their approximate crystallization sequences and their conditions of formation, which are generally pneumatolytic in the case of the economically interesting mineralization (cassiterite and wolframite, which appear mostly in white mica-quartz-lodes), although there is occasionally a transition towards hydrothermal conditions (pneumatolytic-hydrothermal mineralization of cassiterite, wolframite and scheelite). The true hydrothermal phase is hardly ever important. There are still some ore reserves of unknown quantity in the deep levels of all or most of the mines, none of which are in activity presently.

The study we have summarized makes up a series of separate papers, the first of which is included. The others will appear in the forthcoming numbers of this review, as is explained in the introduction. References are to be found in the last paper.

RESUME

Etant donnée la situation de l'industrie minérale de l'étain en Espagne, une importation élevée est nécessaire actuellement pour satisfaire la demande de ce métal. Les réserves d'étain de Galice —et en particulier d'Orense— sont de première importance en Espagne. Cependant ces réserves sont très peu connues. Ce travail veut être une contribution à la meilleure connaissance de ces réserves, ce qui permettrait une exploitation plus rationnelle de nos ressources.

La zone de Beariz, dont la surface est à peu près de 60 km², est formée par des sédiments d'âge variable —Précambrien (?) à Paleozoïque moyen—, qui ont subi un plissement et un métamorphisme pendant l'Orogénèse Hercynienne et l'intrusion d'un corps granitique d'âge Westphalien.

Les sédiments primitifs se sont transformés en schistes, micaschistes et quartzites épizonales (faciès schistes verts de Winkler) à cause du métamorphisme régional hercynien.

L'intrusion est due à un granito à deux micas —avec une faciès de bord à muscovite—, qui crée un métamorphisme de contact peu intense (faciès des cornéennes à albite-épidote de Winkler). La mise en place eut lieu très probablement en état plastique, c'est à dire quand la masse était partiellement consolidée. Les filons apliti-

ques, tourmaliníferos, etc. son numerosos todo el largo del contacto, así como los efectos metasomáticos debidos a fluidos de origen magmático, entre los cuales son aquellos que han causado la mineralización.

Tres fases tectónicas hercynianas han sido distinguidas. Las dos primeras son homoxiales, con un eje a poco más N-S, mientras que el eje de la tercera es más o menos perpendicular a éste (Tectónica B B'). La primera fase da lugar a una schistosidad s_1 de dirección NNW-SSE fundamentalmente. La segunda pliega s_1 en algunas zonas, pero muy raramente ella es penetrante; ella es la responsable de la fracturación principal; como ella es contemporánea de la intrusión de sus direcciones de tensión actúan (a poco más E-W) que la empujan entre las mineralizadas; las fracturas de dirección N-S con relleno pueden ser de dos, sea a la mecánica de la intrusión, sea al relajamiento elástico de los esfuerzos de esta segunda fase, sea a la tercera fase, que es mucho más débil que las anteriores y que se manifiesta por la fracturación y las dispersiones que ella causa en los máximos de los polos de s_1 .

De la estudio petrográfico y de las observaciones sobre el terreno, se deduce que algunas zonas pueden ser interesantes para una prospección de reservas ocultas. Estas zonas están situadas fuera de las explotadas hasta el presente.

Quant a las zonas mineralizadas, las paragénesis de diferentes minerales o grupos mineros accesibles han sido establecidas así como las secuencias de cristalización y las condiciones de formación, que son en general pneumatolíticas para las mineralizaciones de interés económico (cassiterita y wolframita, que se presentan sobre todo en los filones de cuarzo y mica blanca). Una transición al estadio hidrotermal puede ser posible (mineralización pneumatolítica-hidrotermal de cassiterita-wolframita-scheelita). El estadio hidrotermal propiamente dicho es casi siempre siempre estéril. En la mayoría de las minas hay todavía reservas que no han sido explotadas. Pero no en la época de explotación.

El estudio resumido aquí está presentado en una serie de trabajos de los que el primero es el siguiente; los otros aparecerán en los próximos números de esta revista como se indica en la introducción. La bibliografía está incluida en el último trabajo.

INTRODUCCION

El presente estudio, cuya parte de laboratorio ha sido realizada en el "Mineralogisch-Petrographisches Institut", de la Universidad de Heidelberg (R. F. Alemania) y en la Escuela T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid, reúne y resume los presentados como "Diplomarbeit"—Beitrag zur Petrographie des Beariz-Gebietes, NW Spanien— en el primer centro y como Tesis Doctoral —Estudio Geológico y Metalogénico de la zona de Beariz, Orense— en el segundo; partiendo de un muy sucinto análisis (I) de la minería del estaño en España y en Galicia, se ocupa sucesivamente de la Geología, la Petrografía (II) y la Tectónica (III) de la zona estannífera de Beariz, encuadrado en su marco geológico regional, para llegar a un resumen de la historia geológico-tectónica de la misma durante la Orogenia Herciniana. Finalmente se estudia la Metalogenia (IV) de las diversas mineralizaciones de interés económico y se dan orientaciones para una prospección minera, proponiendo a continuación algunos problemas, cuya solución queda pendiente de ulteriores investigaciones.

Estos distintos aspectos —en el orden indicado por los números romanos— serán el objeto de sendos trabajos, de los cuales éste es el primero y que

en su conjunto responden al título general que encabeza el estudio. Considerando este conjunto como una unidad, se ha adoptado el criterio de mantener a lo largo de todo el trabajo una numeración única para figuras, cuadros, etc., y de reunir toda la bibliografía al final, a fin de evitar enojosas repeticiones. Se ofrece también ahora un resumen general, sin omitir por ello uno muy breve al comienzo de cada uno de los otros trabajos, en relación con el tema correspondiente.

I.1) SITUACIÓN, EXTENSIÓN Y COMUNICACIONES DE LA ZONA ESTUDIADA.

La zona minera de Beariz está situada en el ángulo NW de la provincia de Orense (fig. 1). Hemos estudiado un área de unos 60 km², comprendida entre los paralelos 42° 25' y 42° 30' de latitud Norte y los meridianos 8° 13' 15" y 8° 18' 15", al Oeste del meridiano de Greenwich. Dicha área está contenida en la hoja de Puente-Caldelas, n.º 186 del Plano Topográfico Nacional, a escala 1:50.000.

Beariz está situada a unos 6 kilómetros al S de la carretera nacional de Orense a Pontevedra, tomando la desviación a Ribadavia a la altura de La Hermida. También se puede ir desde Pontevedra

por la carretera de Puente-Caldelas y desde Carballino por la de Brues (Borborás). Las demás vías de comunicación en esta zona son caminos, pistas y vías abiertas por el Servicio Forestal, de las cuales las más importantes se han marcado asimismo en el plano geológico.

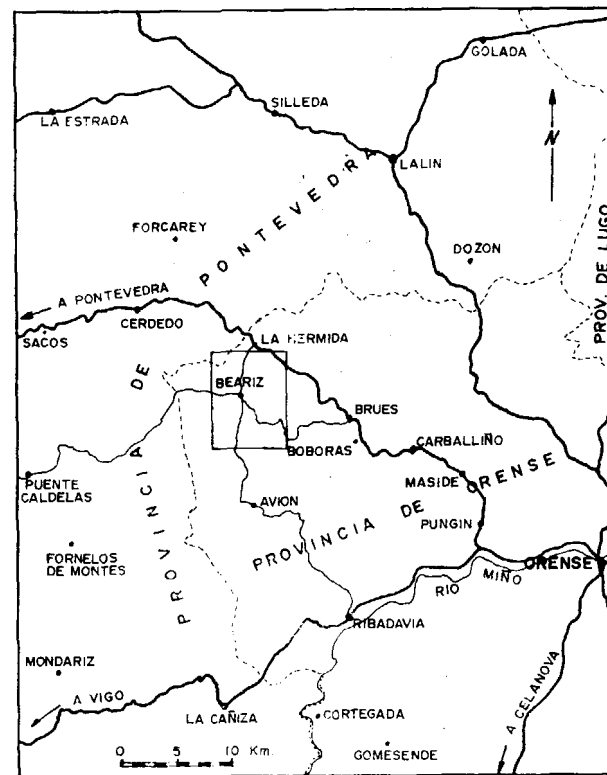


Figura 1

Localización de Beariz: la zona estudiada se ha marcado con un rectángulo.

I.2) ANTECEDENTES. CONOCIMIENTOS ACTUALES.

I.2.a) Minería.

La minería de esta zona parece tener un origen antiguo (VIE, 1971) (*). Los yacimientos explotados son de varios tipos: pegmatitas, filones de cuarzo mineralizados, greisen y aluviones (v. Plano Geológico y Planos 2 y 3). Las primeras se presentan sobre todo en una banda de dirección NNW-SSE. Esta se extiende paralelamente al borde oriental del batolito granítico que cubre la mitad suroccidental de la provincia de Pontevedra; se prolonga

(*) La bibliografía se encuentra al final del último trabajo.

hacia el NNW durante unos 15 kilómetros y termina en la provincia de Pontevedra; es también paralela a la dirección general de la esquistosidad en dicha zona. Frecuentemente las pegmatitas están caolinizadas, dando lugar entonces a la formación de "barros", que permiten beneficiar estaño en pequeñas concentraciones gracias a la disminución de los costes de arranque. Sin embargo, la alteración no suele alcanzar grandes profundidades por lo que la explotación no ha podido avanzar mucho y actualmente están paradas la mayoría de las minas. Asociados a estas pegmatitas se encuentran a veces fenómenos de greisenización.

El desmantelamiento de estos yacimientos por erosión ha dado lugar a la concentración de casiterita en aluviones que son explotados actualmente a lo largo del río Doade, en un área cuyo extremo meridional llega a aparecer en el borde occidental de nuestra zona (al SW de Bouza). (Asimismo se han obtenido pequeñas cantidades de casiterita por lavado de las arenas de la mayoría de los arroyos que drenan estas zonas mineralizadas, pero siempre por procedimientos rudimentarios, realizados por los habitantes de las aldeas de los alrededores).

También la banda pegmatítica (que ha sido estudiada por HENSEN, 1967) queda fuera de la zona que nos ocupa en su mayor parte, pues sólo llega a aparecer uno de los diques mineralizados en el borde occidental de la misma, al W de los pueblos de Couso y Villariño.

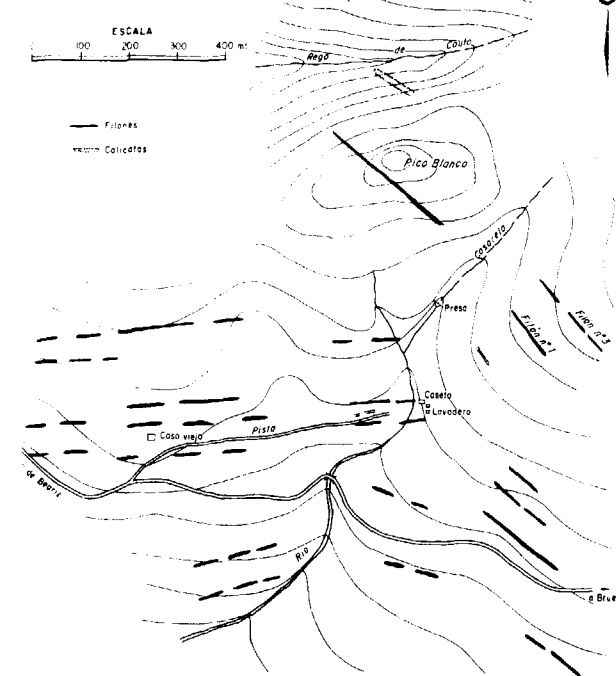
Los filones de cuarzo mineralizados, asociados a veces con fenómenos de greisenización del granito en el contacto, constituyeron la principal explotación de la zona que nos ocupa. Se beneficiaba esencialmente casiterita, pero también algo de wolframita y scheelita. Casi todos están relacionados con la cúpula granítica que aparece en el centro de la zona. En gran parte han sido explotados por "aventureiros", mediante labores de rapiña, lo que no quiere decir que no se hayan obtenido grandes cantidades de mineral. Este era fundido en los mismos pueblos de la zona, donde los propietarios de los hornos los compraban directamente a los trabajadores. Hubo explotación organizada de algunas de las minas. Actualmente están todas ellas paradas.

La actividad minera de este tipo de yacimientos se había centrado en dos zonas principalmente: la de Magros y la del cerro de Marcofán, a las que en algunos informes se designa también con los nombres de "Seijo" (o "Castellos") y "Balcobo" (o "Muradás"), respectivamente. En los planos 2 y 3

puede verse la situación de las explotaciones respectivas. Podemos considerar también asociada al primer grupo la mina "Os castelos", situada al SW del mismo y también incluimos en él la mina Picos Blancos, situada al otro lado (N) del cerro del mismo nombre y las labores superficiales de explotación de wolframita, situadas todavía un poco más al N. Asimismo incluimos en el grupo de Marcofán, además de las concesiones situadas en la falda occidental de dicho cerro, las labores realizadas a lo largo del contacto NNW del granito (hasta Muradas) y las labores, de escasa importancia, situadas

GRUPO MINERO "MAGROS"

PLANO 2. Basado en informes del Instituto Geológico y Minero de España (1950)



más al N, al SW de Lebozán. Es indudable que en ambos grupos de yacimientos hay relación con la intrusión granítica.

Hacia el extremo SE de la zona aparecen también filones de cuarzo con casiterita —concesión "Imprevista"—, explotados por los mismos métodos que los demás, que no muestran relación clara con ningún afloramiento de granito visible. Por el contrario, la mina que aparece hacia el extremo

SW es el fin de la mencionada banda de pegmatitas, relacionada con el granito de la provincia de Pontevedra, que aparece unos 2,5 kilómetros hacia el W (v. fig. 15).

Con esto tenemos situadas todas las explotaciones de la zona. Pocos datos más hay de estas minas, puesto que no se ha hecho ninguna publicación. La mayor parte de la escasa información procede de informes internos, no garantizados y que no siempre se pueden comprobar "in situ" por las dificultades de acceso, pues algunas de las minas se han hundido o inundado y los rasgos de superficie quedan frecuentemente ocultos por la abundante vegetación, hecho que se ha agravado con la repoblación forestal (cf. Descripción, I.4.b).

I.2.b) Investigación.

La investigación minera de esta zona ha sido muy escasa. La mayor parte es superficial y ha sido realizada por los "aventureiros". En la zona de Marcofán se realizó la labor de investigación más importante, consistente en un transversal de 200 metros de longitud —ejecutado en 1943 por el Instituto Geológico y Minero—, el cual cortó un paquete de 13 filones ya reconocidos en superficie y de los cuales el último alcanzaba una profundidad de 70 metros, lo que permitiría abrir un campo relativamente bueno para su explotación.

Con las escasas investigaciones realizadas, no se puede contar con ninguna base seria para una ubicación. Todas las realizadas hasta la fecha lo han sido como meras hipótesis, variando mucho las cantidades y leyes según el criterio del propietario de las minas o de sus posibles compradores (ALFARO, 1970).

I.2.c) Estudios geológicos.

Es escaso el número de trabajos de investigación geológica y metalogénica que se han hecho en la zona estannífera gallega, a pesar de los trabajos de síntesis regional que han hecho notables investigadores como SCHULZ (1835) o HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1934) desde el siglo pasado. Completados estos trabajos con otros posteriores, se puede contar en la actualidad con los siguientes planos geológicos (se citan solamente aquellos que incluyen la

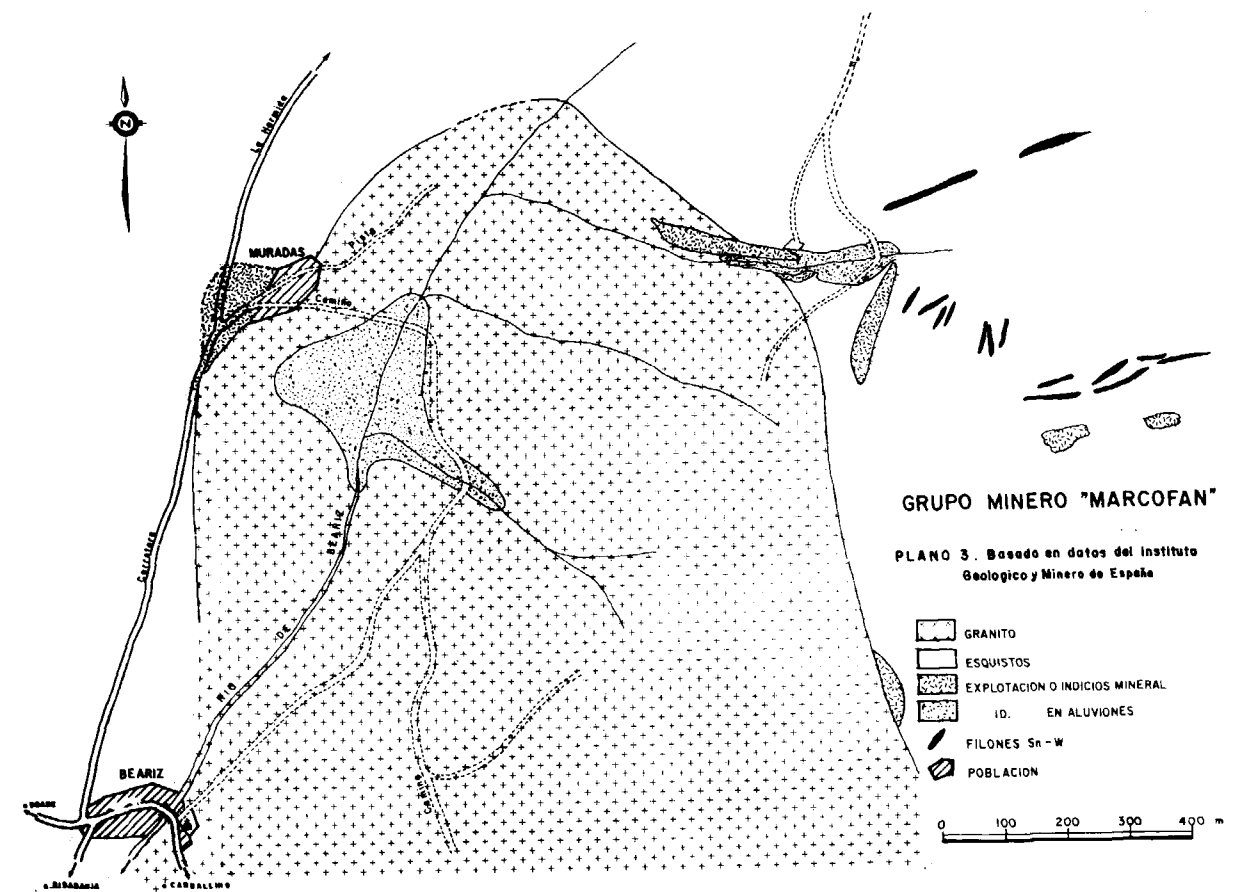
zona de Beariz), que ofrecen una información general:

— Mapa petrográfico estructural de Galicia, escala 1:400.000, Parga-Pondal, 1963. Instituto Geológico y Minero de España.

— Carte Geologique du NW de la Peninsule Iberique. Echelle 1:500.000, 1967. Según acuerdo de la I Reunión sobre Geología de Galicia y Norte de Portugal y editada por los Servicios Geológicos de Portugal.

— Mapa Geológico a escala 1:200.000, 1970,

1965; VAN ZUUREN, 1965; HENSEN, 1967; HILGEN, 1970) o portuguesa (NEIVA, 1944, 1945; SLUIJK, 1963; THADEU, 1965; MAIJER, 1965; CONDE y col., 1971, etc.), los yacimientos de Beariz no han sido objeto de ninguna publicación. Han sido visitados, en cambio, por investigadores como SCHNEIDERHÖHN (1937) y BRINKMANN (1939), pero éstos no han publicado ningún trabajo de detalle, sino que han dejado solamente un informe breve, en que dan su opinión sobre la rentabilidad de ciertas minas. Más tarde los menciona AHLFELD (1958, pá-



editado por el Instituto Geológico y Minero de España.

Para la realización de la cartografía nos hemos servido de la fotografía aérea a escala 1:20.000 del Patrimonio Forestal del Estado (Ministerio de Agricultura).

Aunque se han publicado trabajos de Investigación Minera sobre mineralizaciones parecidas a la que nos ocupa, en otras zonas concretas de la región gallega (p. ej., PARGA-PONDAL, 1929, 1948,

gina 112) muy sucintamente, aunque con más extensión que SCHNEIDERHÖHN (1941, p. 137).

En la actualidad, la región gallega está siendo objeto de estudios sistemáticos por parte del Laboratorio Geológico de Lage y de varias universidades extranjeras, sobre todo la de Leiden (Holanda). Sus publicaciones y las de las Reuniones sobre Geología del NW de la Península Ibérica permiten ya un enfoque general de la región, en el que nos basaremos en este estudio (I.5).

1.3) SITUACIÓN DE LA MINERÍA DEL ESTAÑO.

1.3.a) Economía del estaño en España. Algunos datos.

Según el informe de la "Comisión de Industrias Básicas de Metales no Férreos y sus Minerales" (1967), hay en actividad 25 minas o grupos mineros, localizados en Galicia, Extremadura, Salamanca y Zamora, extendiéndose las reservas de mineral de estaño a lo largo de la frontera con Portugal en una amplia zona que, partiendo de Galicia, pasa por Salamanca y Zamora y termina en Extremadura, con ramificaciones hasta Córdoba. En la figura 2 se representa un mapa de indicios de estaño en España.

Veremos a continuación, sucintamente, lo que significa la situación actual de la minería del estaño para la economía nacional, basados en datos de ALFARO (1970), Comisión II Plan de Desarrollo (1967), Contestación Com. III Plan Desarrollo (1970), Informe III Plan Desarrollo (1971).

1.3.a.1) Producción y consumo.

Según muestra ALFARO (1970), la producción nacional de casiterita casi abastecía la demanda en el trienio 1957-60, pero a partir de entonces sólo alcanza a cubrir una pequeña porción de la misma. En lo que se refiere al estaño (metal), la situación es parecida, como reflejan los siguientes datos tomados del mencionado documento del II Plan de Desarrollo (Comisión, II P. D., 1967, p. 18):

CUADRO I
Cobertura del consumo interno por la producción nacional (estaño)

Años	Porcentajes
1964	15,9
1965	22,8
1966	18,2
1967	27,08

1.3.a.2) Comercio exterior.

El cuadro II manifiesta claramente el aumento de las importaciones. Las exportaciones han cesado a partir de 1965.

El INFORME (1971) corrobora estos datos y ya en la CONTESTACIÓN (1970) se preveía el aumentar la capacidad de las cinco fundiciones que integran el subsector del estaño, que en 1966 era de 9.850 to-

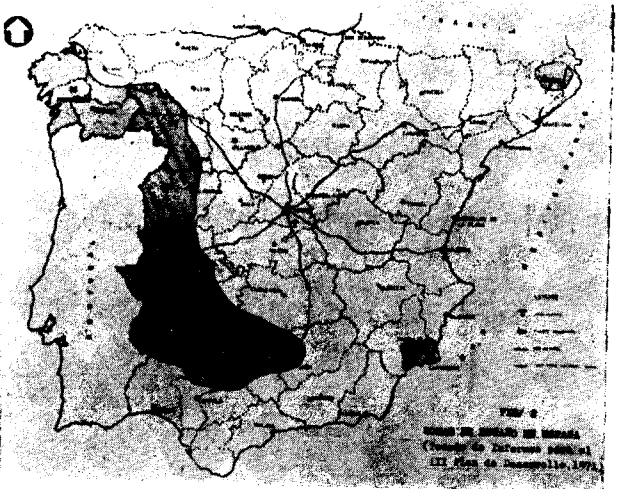


Figura 2
Zonas de estaño en España
(Tomado de Informes para el III Plan de Desarrollo, 1971)

neladas de Sn contenido. Para 1975, el consumo de Sn contenido necesario para abastecer las necesidades nacionales se cifra en 7.300 toneladas. Por tanto, la minería nacional, con su producción "estimada" en unas 1.100 toneladas de mineral, con 800 to-

CUADRO II
Mineral de estaño. Comercio exterior
(Según Alfaro, 1970)

Años	IMPORTACION		EXPORTACION	
	Cantidad (Tm)	Valor (millones pesetas)	Cantidad (Tm)	Valor (millones pesetas)
1957	83	0,30	—	—
1958	—	—	—	—
1959	20	0,09	—	—
1960	568	45,51	78	1,79
1961	2.305	198,73	17	1,60
1962	1.058	93,56	3	0,06
1963	2.824	286,04	—	—
1964	3.218	437,38	15	0,51
1965	2.436	394,86	1	0,06
1966	3.143	445,58	—	—
1967	2.099	266,64	—	—
1968	2.542	376,38	—	—

neladas de Sn cont. (oficialmente 414 toneladas de mineral, con 265 toneladas Sn cont.), sólo cubre una pequeña parte de las necesidades.

En resumen, según las citadas fuentes, más del 80 por 100 de la materia prima necesaria procede de la importación. Se considera que de las 7.300 toneladas de Sn cont. necesarias para 1975, con los actuales recursos, 4.700 toneladas deberían ser de importación, con un valor (a precios de 1971) de aproximadamente 1960 millones de pesetas. Los avances exploratorios hasta 1980 indican que las posibilidades seguirán en aumento progresivo y se estima que las necesidades de estaño del mercado nacional serán del orden de 8.500 toneladas de Sn cont.

1.3.a.3) Precios del estaño.

Se reflejan en el cuadro III, apreciándose en los últimos años una tendencia al alza.

CUADRO III
Precios de mineral de estaño en España
(Según Alfaro, 1970)
(En pesetas kilogramo de estaño contenido)

Años	Precio máximo	Precio mínimo	Precio medio	Incremento
1958 ...	175	160	167	—
1959 ...	170	90	130	—22,2
1960 ...	165	90	127	— 2,3
1961 ...	170	165	167	+31,5
1962 ...	180	170	175	+ 4,8
1963 ...	170	165	167	— 4,6
1964 ...	220	170	195	+16,8
1965 ...	285	220	252	+29,2
1966 ...	285	220	252	+ 3,9
1967 ...	240	230	235	—10,3
1968 ...	225	220	222	— 5,5

La tendencia al alza se confirma según los datos más recientes, llegándose en 1974, en el contexto general de la crisis energética, a precios superiores a 500 pesetas kilogramo, lo que supone un gran aumento en los gastos de importación.

1.3.a.4) Situación actual de la minería del estaño en España.

Según concluye ALFARO (1970): "si se compara la evolución de los precios con la de la producción de la minería del Sn en España, resulta que ambas se

han movido paralelamente, aumentando o disminuyendo en los mismos años con la única excepción del año 1964, en que los precios registran incremento, mientras que la producción descende. Esta dependencia, que se mantiene a lo largo de diez años, no puede atribuirse al azar, sino que pone de manifiesto la falta de organización y de medios de la minería del estaño en España. En efecto, hasta la época actual han predominado pequeñas minas de tipo familiar, explotadas con medios rudimentarios y con inversiones mínimas. Por otra parte, algunas minas, después de efectuar importantes inversiones, han fracasado económicamente, debido, en su mayor parte, a desacertados programas de investigación y explotación, mientras que otras trabajan por debajo de sus posibilidades".

1.3.a.5) Conclusiones.

Se deducen las mismas según cualquiera de las fuentes que se han consultado. Las expuestas a continuación están tomadas de los informes previos para el III Plan de Desarrollo (1972, p. 90).

El consumo del metal sigue un ritmo creciente, que origina importaciones cada vez mayores de minerales por insuficiencia de la producción minera nacional.

Las reservas nacionales de minerales aparecen como importantes en una estimación preliminar, siendo especialmente interesantes las de Orense, Cáceres y Córdoba y, posiblemente, las de la Sierra de Cartagena (menos conocidas).

La producción nacional de minerales no está en consonancia con la importancia de las reservas estimadas, pudiendo conseguirse considerables aumentos con una explotación de los yacimientos más adecuada.

Los métodos de explotación son, en general, deficientes y las explotaciones adolecen de una falta de dirección técnica adecuada.

La producción puede ser aumentada considerablemente en las provincias gallegas, Extremadura, Zamora, Salamanca y Córdoba.

Para ello se considera conveniente realizar una investigación más detallada de lo que se ha hecho al presente, para asegurar los tonelajes y leyes de los yacimientos con mayor grado de validez, que permita conocer el negocio minero con una garantía básica en su planteamiento.

I.4) DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE BEARIZ.

I.4.a) General.

El relieve es bastante accidentado, con alternancia de abundantes montes y valles (figs. 4 y 16). La elevada pluviosidad da lugar a una red fluvial bastante densa, aunque en general predominan arroyos de



Figura 4

Morfología de la zona de Beariz; paisaje en esquistos (vista desde la pista de Penedo mirando al S)

pequeño caudal o estacionales que, recogidos por los ríos de Cardelle y Couso, vierten al río Avia. Se han representado los principales en el plano geológico. El drenaje puede tener interés a la hora de buscar enriquecimientos sedimentarios de minerales pesados, como es la casiterita. Vemos que toda la red fluvial drena hacia el S, excepto en el ángulo NE y en el ENE. Los tramos rectilíneos indican un control por la red de fracturación o fallas en el granito o en los esquistos.

La erosión fluvial es intensa a veces; el río Cardelle, por ejemplo, excava su cauce profundamente, tanto en el granito como en los esquistos. A pesar de ello, en algunos sitios tiene lugar la formación de aluviones, como los del río Doade, que se explotan actualmente, o de coluviones, los cuales están, en general, intensamente cultivados.

Las zonas de monte suelen estar cubiertas de una densa vegetación, sobre todo tras la repoblación forestal, hasta el punto de que algunos filones que figuraban en planos antiguos ya no pudieron ser localizados.

La población se distribuye en núcleos dispersos cuyo centro administrativo es el municipio de Bea-

riz. De estos pequeños pueblos y aldeas procedían los antiguos mineros y los "aventureiros", que explotaban el mineral por cuenta propia. Al cesar esta actividad, la mayoría han tenido que emigrar y hoy en día la zona está bastante despoblada.

I.4.b) Minas.

La actividad minera se centró sobre todo en los grupos denominados de Marcofán y Magros; se han representado en el plano geológico los filones o labores actualmente reconocibles, aunque sólo en algunos casos se puede llegar hasta la zona mineralizada. Frecuentemente el acceso está impedido por escombros o inundación (fig. 5). Los aluviones del río Doade se explotan actualmente con medios mecánicos y muy poca mano de obra.

Contando con la información ya expuesta en I.2.a (Minería) y planos 2 y 3, haremos una breve descripción del estado actual de las diversas labores, a modo de sumario:

— *Grupo de Magros.*—(Plano 2). Predominan una serie de filones de dirección aproximada E-W y buzando fuertemente (de 60° a vertical) al N. En algu-

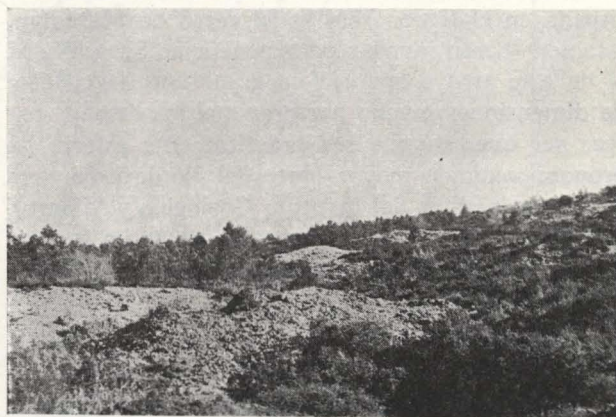


Figura 5

Aspecto de las labores mineras en la falda occidental del cerro de Marcofán: en primer plano, escombreras (Vista desde la pista, mirando hacia el E)

nos de ellos se puede llegar hasta la zona mineralizada. Las potencias son del orden de 0,5 a dos metros. Los situados al S de la carretera que va de Beariz a Brués (según los datos del Instituto Geológico y Minero) no se han encontrado por la vegetación. Todavía más al S se encuentran las labores

de "Os Castelos", de menor importancia (situadas fuera del plano 2).

Al N de este grupo de filones se encuentra el de "Picos Blancos" en el que se ha explotado Sn y algo de W; en las arenas del "Rego de Couto" también se ha beneficiado algo de este último, según informes de los mineros. Se han medido orientaciones de N 10 W a N 50 W, con buzamientos próximos a la vertical.

Más al N todavía hay una serie de labores de superficie que han permitido la obtención de W, que, según los mineros, aparecería en pequeños filoncillos. Ahora están cubiertos de vegetación u ocultos y no puede asegurarse su orientación.

— Grupo de Marcofán.—(Plano 3). Sólo son accesibles algunos de los filones situados al NE en (el plano 3). Es frecuente que se interrumpen o se dividan en varias ramas, lo que también pasaba en los del grupo de Magros. Las orientaciones medidas, en general, son también E-W aproximadamente (hasta N 60 E) con buzamientos próximos a la vertical; las potencias varían desde el orden de cm hasta 1 ó 2 m. Todos contienen Sn; además en uno de ellos se ha encontrado también scheelita y wolframita. En otro, actualmente inaccesible por inundación, se explotaba scheelita. Las arenas del arroyo que drena esta zona, situada en el flanco WNW del cerro de Marcofán, también fueron lavadas para beneficiar Sn y W. Al N de este arroyo aparece un gran filón de cuarzo, de dimensiones mucho mayores que los demás; parece ser que, aunque sea prácticamente estéril, ha proporcionado la mayor parte del W de esta zona (informes inéditos del Instituto Geológico y Minero). También se menciona en estos informes un granito aplítico descompuesto y mineralizado ("barros") que ha sido explotado.

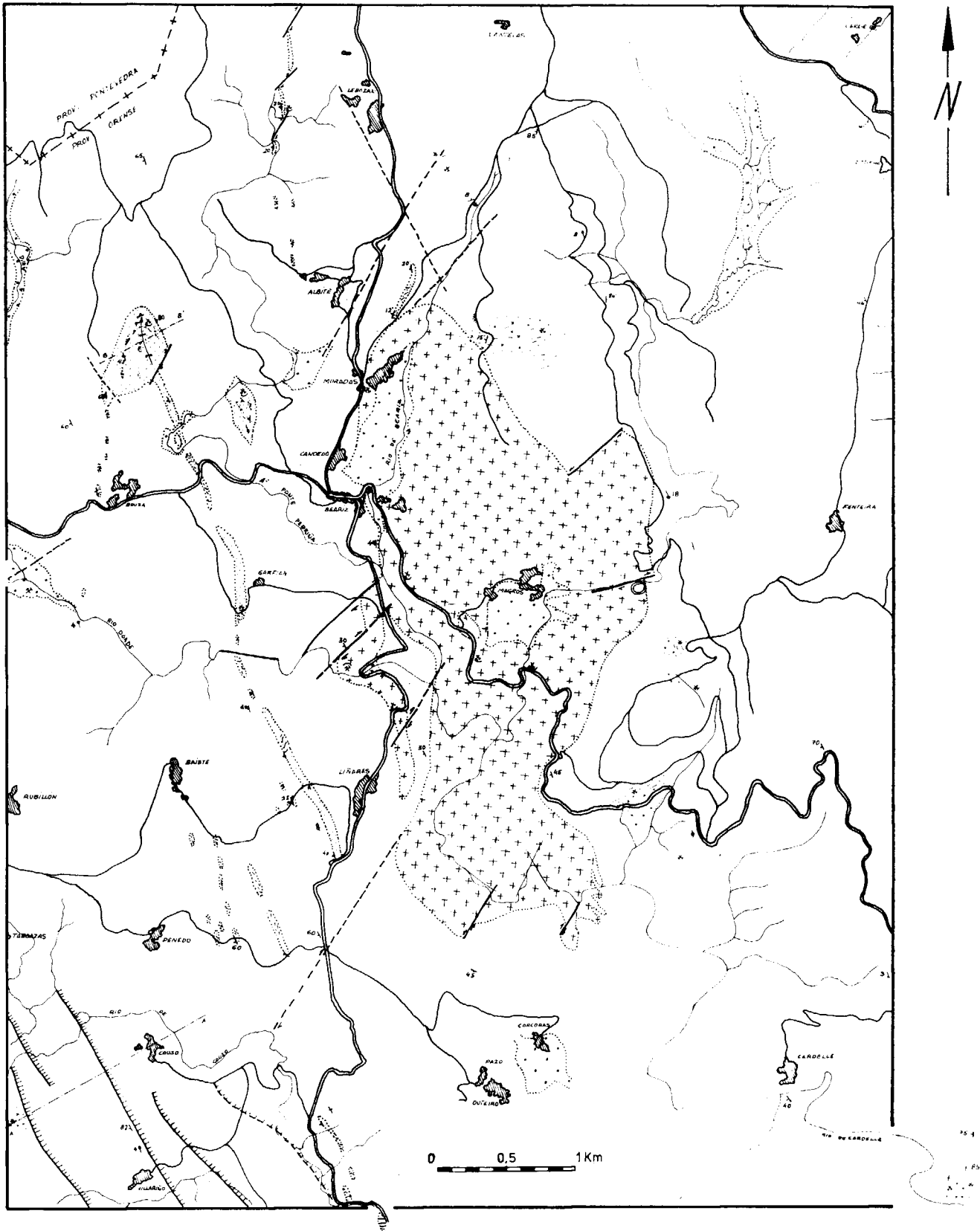
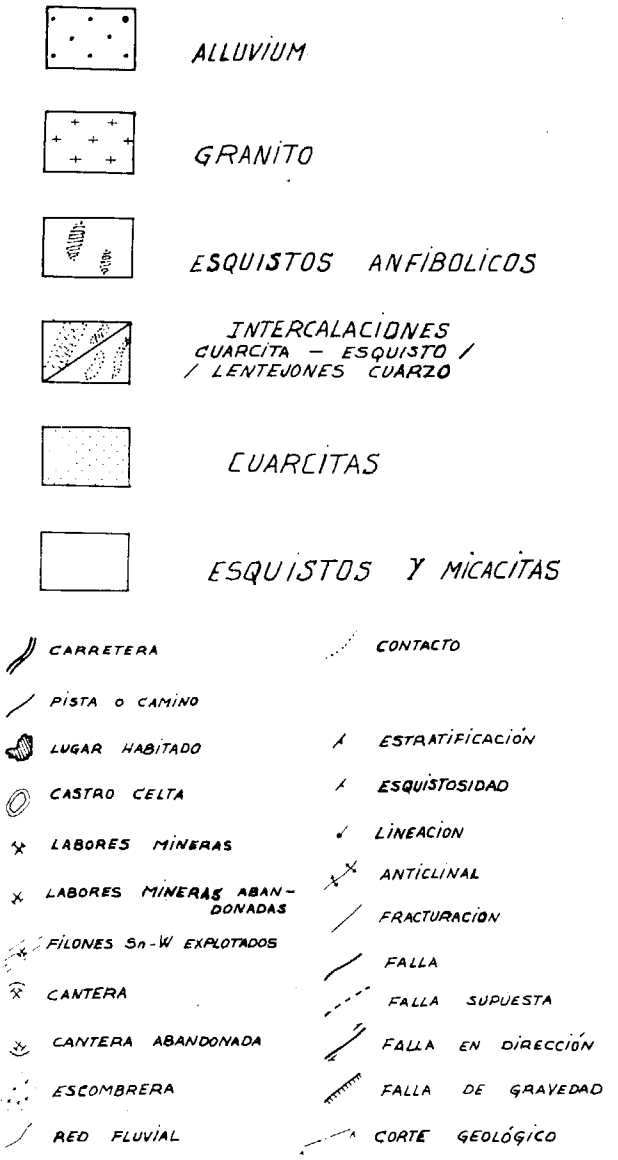
En el pueblo de Muradás se han hecho labores mineras (una galería y diversas excavaciones, incluso debajo de las casas) que ya no son accesibles. Los habitantes del lugar hablan de "barros" y de filones, lo que parece indicar que el contacto granítico estaban mineralizado en esta zona (y a veces alterado, como puede verse todavía, lo que facilita la explotación, haciéndola más rentable aunque el contenido en estaño sea pequeño).

Finalmente, al N de esta zona (fuera ya del plano 3), aparecen unos filones de cuarzo con indicios de mineralización (arsenopirita), prácticamente no explotados, a pesar de que se ha intentado una pequeña galería que corta uno de ellos. (Puede verse su situación en el plano geológico, al SE de Lebo-

zán, alineados). Uno de ellos tiene la orientación N 70 E, 80 N.

Tanto en este grupo como en el anterior puede verse claramente la relación espacial con el granito, cosa que no sucede en las labores de Amarante (extremo SE del plano geológico) ni en las situadas en el ángulo SW, pertenecientes a la corrida pegmatítica ya mencionada (I.2.a), en ninguna de las cuales está la mineralización accesible ni tampoco se puede apreciar la dirección general de los filones, por estar ocultos, o disimulados bajo la abundante vegetación.

En resumen, vemos que, salvo excepciones, los filones explotados hasta el momento aparecen en los



Plano geológico de la zona de Beariz

esquistos predominantemente, cerca del contacto con el granito, hasta distancias horizontales del orden de un kilómetro. Algunos encajan también en granito (zona de Marcofán). Vienen acompañados por frecuentes diques de aplita y filones turmalíferos, como veremos al hablar de los fenómenos que acompañan a la mineralización (I.4.c)

Los aluviones del río Doade han sido ya mencionados.

I.4.c) *Geología.*

Esta zona se caracteriza por la intrusión granítica que ha tenido lugar en un terreno afectado por un metamorfismo de grado bajo y constituido sobre todo por micacitas (v. fig. 20), con una esquistosidad de dirección aproximada (media) N 20 W y buzamientos variables, pero en general dirigidos hacia el W también.

Describiremos la geología de los diversos tipos de rocas que aparecen, dejando para más adelante (Petrografía) el estudio detallado de los mismos.

Rocas ígneas.—Empleamos este término para designar tanto la intrusión central —que forma un “stock” situado inmediatamente al E de Beariz (ver plano)— como sus facies de borde, diques y filones relacionados, que no siempre han podido individualizarse debido a su forma de yacimiento, pues hay una transición desde la roca plutónica normal (con textura granuda en las partes centrales) hasta las facies de borde de grano fino (textura aplítica), frecuentemente orientadas y muy duras, que se separan a veces formando diques, con cortejo filoniano. Estos son aproximadamente paralelos al contacto la mayor parte de las veces, disponiéndose intercalados con tramos esquistosos, por lo que el tránsito entre roca granítica y esquistos es gradual generalmente, no pudiendo trazarse —salvo excepciones: fig. 6— una línea neta que los separe, aunque sí han podido individualizarse las digitaciones del extremo SE y la apófisis situada al W, entre Beariz y Liñares. Esta última, aunque presenta unos contactos aparentemente iguales a los demás, con intercalaciones de esquistos y diques, acompañados de filones de cuarzo, turmalina, etc. (mineralizados a veces con arsenopirita: fig. 35) tiene un significado tectónico y metalogénico especial como se verá más adelante (III y IV). En las zonas de borde es frecuente encontrar granos visibles de arsenopirita, muchas veces limonitizados.

El emplazamiento del macizo está bastante influido por la tectónica. Su disposición tiende a ser conforme con las estructuras regionales y su forma está en parte determinada por los sistemas de fallas; asimismo, la fracturación (que es más intensa en los extremos S y ENE, en los que se ha representado aparte, v. figs. 12 y 13) da lugar a unos sis-

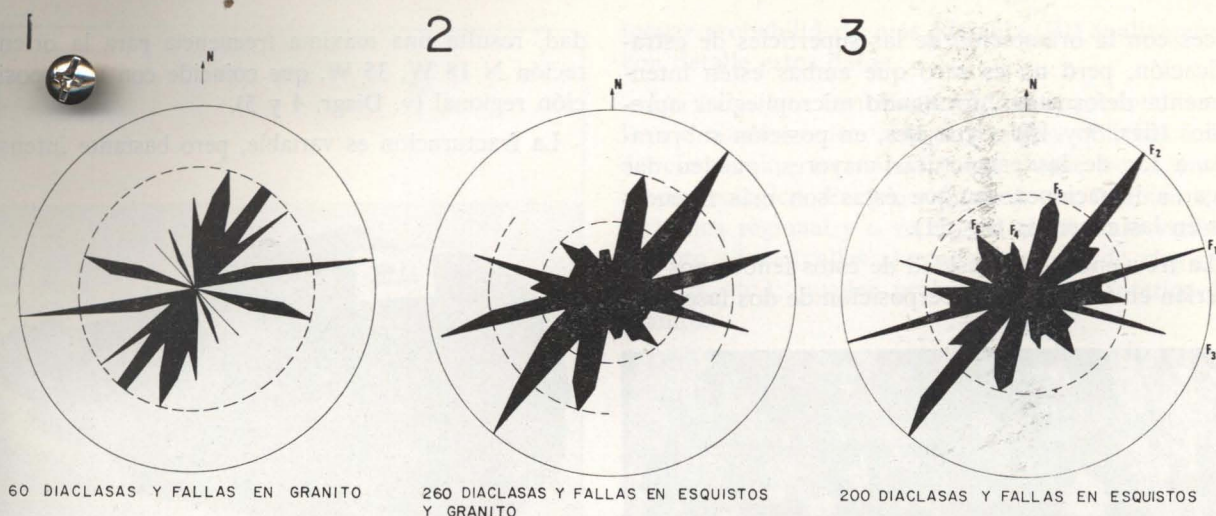


Figura 6

Contacto, casi horizontal, entre esquistos y granito. El metamorfismo de contacto es aquí muy débil. (Falda W del cerro de Marcofán, cerca de las minas y unos 100 m al W de la pista).

temas de diaclasas que coinciden aproximadamente con los que se presentan en los esquistos, como se deduce al comparar los respectivos diagramas rosa (v. Diagr. 1, 2 y 3), obtenidos a partir de la foto aérea; por tanto, sus direcciones son las que cabría esperar de la tectónica que afecta, en general, a las demás formaciones de la zona. Lo mismo ocurre con los filones mineralizados, como veremos oportunamente (v. III y diagramas 4 a 10).

El granito está frecuentemente alterado (fig. 8) por procesos deutéricos y por los agentes atmosféricos, resultando un reblandecimiento que hace que no siempre sea aprovechable para la construcción; de todas las canteras, sólo hay una que esté hoy en día en funcionamiento y explota la facies de borde, que es mucho más dura, con alteración mucho más débil, aunque frecuentemente presente indicios de mineralización (granos de arsenopirita, ya mencionados). También son frecuentes las variaciones de textura y tamaño de grano en un pequeño espacio (por ejemplo, en una misma cantera). Véase la figura 7.



Efectos de contacto.—El metamorfismo de contacto propiamente dicho es bastante débil, extendiéndose solamente a una estrecha aureola, en la que el mineral de más alta temperatura que llega a aparecer es andalucita. Generalmente se manifiesta por el crecimiento desordenado de fenoblastos o agregados de mica y sobre todo de clorita, en direcciones que no tienen nada que ver con la esquistosidad regional. Estos pueden verse a simple vista en la muestra de mano; llegan a alcanzar dimensiones del orden del centímetro.

Más notables son los efectos metasomáticos y deutéricos, que pueden afectar tanto al granito como a la roca de caja; en ésta es donde se manifiestan más claramente, sobre todo la turmalinización y silicificación, que se producen, a partir de filones de cuarzo y turmalina que han servido de vías de entrada, por una sustitución progresiva de los demás silicatos, hasta que al final se obtiene una roca de turmalina y cuarzo, muy dura y con un fajeado que corresponde a una alternancia de bandas (blancas y negras) de ambos minerales. Frecuentemente van acompañadas de muscovitización, sericitización, etc. y a veces aparecen también otros minerales con componentes volátiles, como apatito o berilo. También es frecuente una silicificación sin acompañamiento de turmalina. Todo ello se describirá con más detalle al hablar de la petrografía.

Rocas metamórficas.—Predominan esquistos micáceos de bajo grado metamórfico, en los que casi siempre está presente la clorita, que da un color verde a la roca. El tamaño de grano es medio, aunque ocasionalmente se llega a alcanzar el de un neis; no son raros los fenoblastos. Generalmente la esquistosidad es fina y penetrativa, coincidiendo a



Figura 7

Cantera para la explotación del granito, situada en el cruce de la carretera Beariz-Avión con el río Doade. Obsérvese la abundancia de diacclasas. En la parte superior se han observado modificaciones pegmatíticas locales en contacto con esquistos; también aparecen granos de arsenopirita dispersos. (Foto tomada mirando hacia el N).



Figura 8

Granito intensamente alterado (carretera Beariz-Avión, un kilómetro al S de Beariz).

veces con la orientación de las superficies de estratificación, pero no es raro que ambas estén intensamente deformadas, formando micropliegues apretados (figs. 9 y 10) cuyos ejes, en posición subparalela a los de las estructuras mayores, pueden dar lugar a lineaciones, aunque éstas son más frecuentes en las cuarcitas (fig. 11).

La frecuencia e intensidad de estos fenómenos hablarían en favor de la superposición de dos fases tec-

dad, resulta una máxima frecuencia para la orientación N 18 W, 35 W, que coincide con la disposición regional (v. Diagr. 4 y 5).

La fracturación es variable, pero bastante intensa



Figura 9

Micacita cuarcífera intensamente replegada, con segregaciones de cuarzo (pista en la salida W de Penedo).

tónicas en el dominio estudiado, por lo que se ha recurrido al análisis estructural, como veremos más adelante (III); por la misma razón, no puede medirse la orientación de la esquistosidad en algunas zonas, pero sí puede verse que en general tiene un rumbo aproximado de N 20 W, con buzamientos fuertes hacia el W y en algunos casos hacia el E; del diagrama de 325 polos de planos de esquistosi-

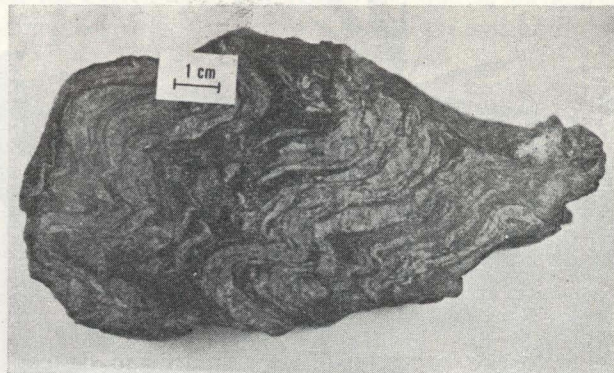


Figura 10

Esquisto intensamente replegado. Sección perpendicular a la esquistosidad (muestra tomada en la pista de Villariño a Couso, un kilómetro antes de Couso).

en algunas zonas (figs. 12, 13 y 14), lo que se ha aprovechado para hacer el correspondiente diagrama rosa (v. Diagr. 2 y 3), que muestra un acuerdo con las direcciones que podrían esperarse de los da-



Figura 11

Lineaciones en cuarcitas y esquistos cuarcíferos (cantera en la pista Liñares-Baiste, unos 500 m al W de Liñares).

tos de la geología estructural de la zona. Esto tiene interés para la prospección de una mineralización filoniana como la que nos ocupa, pues han de distinguirse las direcciones de tensión, que son las de

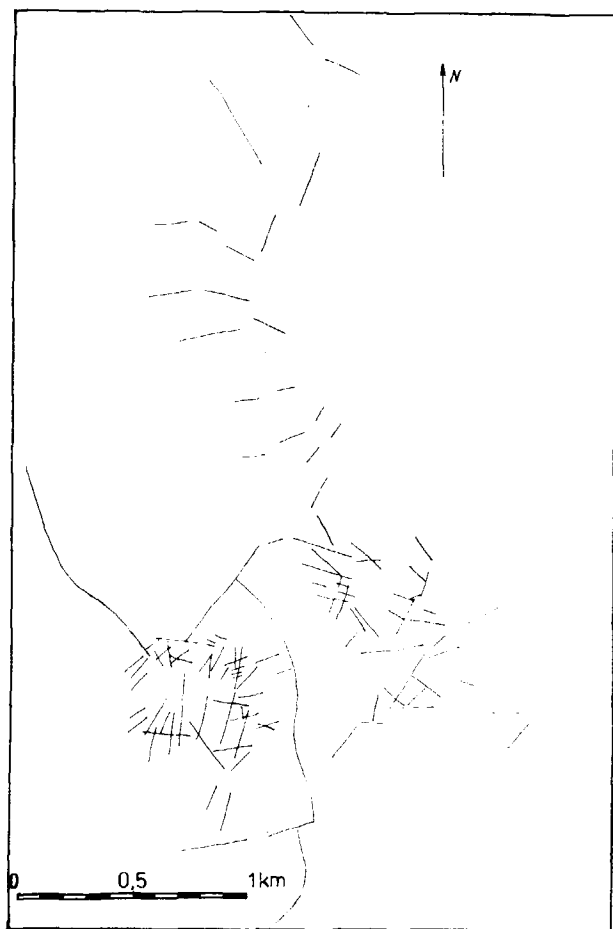


Figura 12

Fracturación en granito y en esquistos (tomada de foto aérea; localización: v. fig. 80).

mayor probabilidad; más adelante (III) analizaremos con detalle estos datos.

Las fallas son también abundantes, predominando las de cizallamiento, con direcciones oblicuas a las de compresión tectónica, como puede verse en el mapa geológico. En general, obedecen también a la tectónica regional y a veces son claramente visibles en foto aérea (valles alargados, tramos de ríos rectilíneos, etc.); pueden prolongarse en el interior del granito.

Otro tipo de fallas son las de gravedad, que aparecen en el ángulo SW de la zona y se manifiestan por una serie de escarpes alineados, que a veces determinan los cauces de la red fluvial. Los hemos interpretado como desgarramientos con desplazamientos verticales, debidos al empuje del batolito granítico que forma una gran intrusión situada a unos 2,5 kilómetros al W y cuyo contacto coincide aproximadamente con el límite oriental de la provincia de Pontevedra (v. corte AA', fig. 15).

En estas micacitas aparecen intercalados también lentejones de esquistos anfibólicos de bajo grado y cuarcitas, que también se han explotado en canteras. El contacto entre estas últimas y las micacitas no es brusco generalmente, sino que suele producirse por medio de intercalaciones finas de ambos tipos de rocas, en las que va predominando cada uno de ellos al acercarse a su respectivo campo. Es frecuente que estas intercalaciones se produzcan a escala microscópica, en estos tipos intermedios, según las superficies sedimentarias originales (v. II). Muchas veces tiene lugar además una segregación

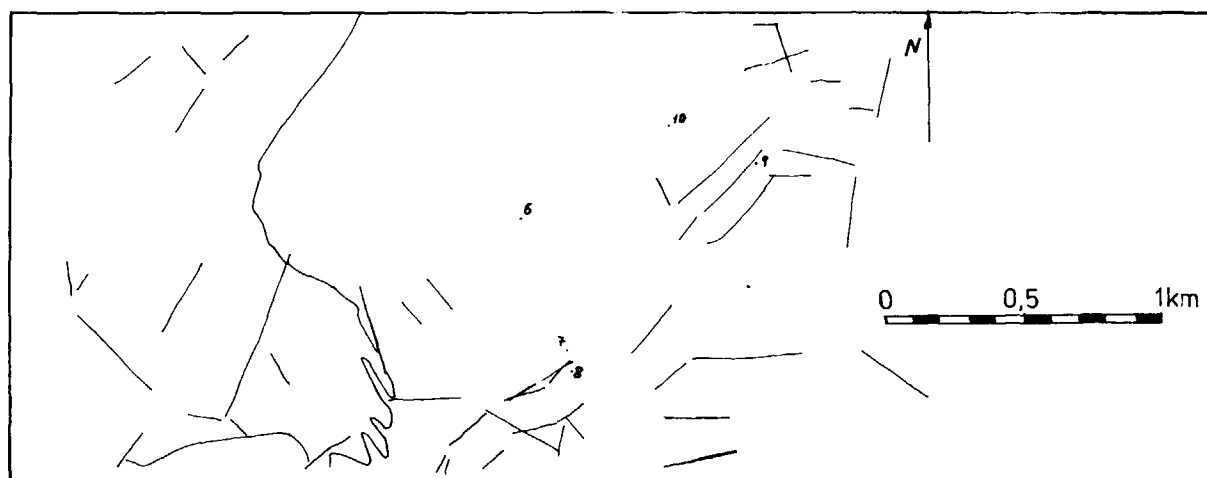


Figura 13

Fracturación en granito y en esquistos (tomada de foto aérea; localización: v. fig. 80).

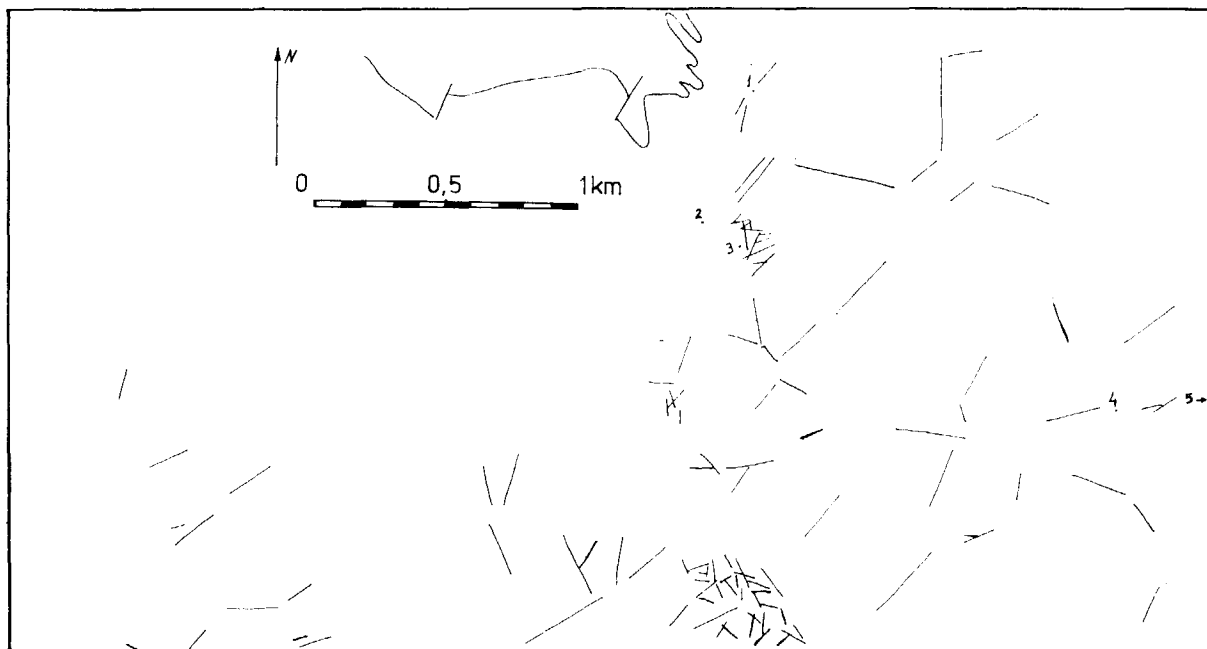


Figura 14

Fracturación en esquistos (tomada de foto aérea; localización: v. fig. 80).

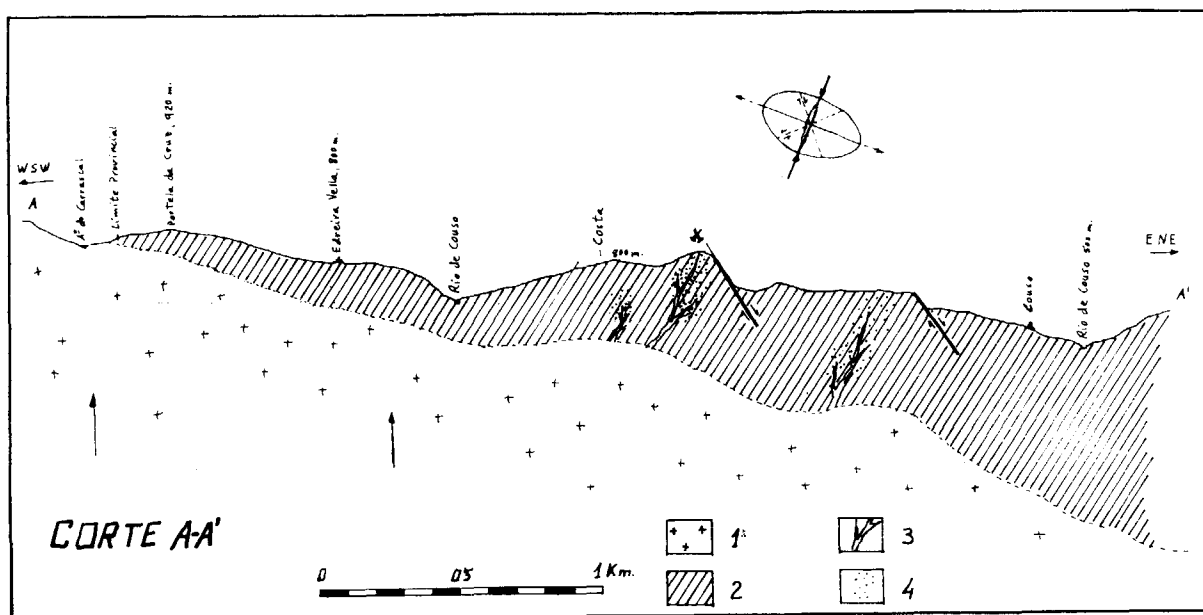


Figura 15

Interpretación tectónica del área SW de la zona de Beariz (v. pl. geol.): sistema de fallas de gravedad y correspondientes desgarres de tensión —a veces mineralizados—, originados por la intrusión del batolito granítico; arriba se presenta la supuesta distribución de esfuerzos. (Escala vertical y horizontal iguales; relieve basado en la hoja núm. 186 del Plano Topográfico Nacional; la parte situada al W de la mina está fuera del plano geológico).

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1: Granito. | 3: Diques y filones. |
| 2: Rocas metamórficas. | 4: Efectos metasomáticos. |

de lentejones de cuarzo de tamaños variables (desde la escala microscópica hasta unas dimensiones del orden del m.), que pueden aparecer muy replegados (fig. 9).

Variaciones locales en la composición mineralógica de las micacitas pueden hacer que lleven feldespatos, magnetita (que, al alterarse, dan a la roca un aspecto muy poroso), etc. En algunas zonas aparecen también impregnaciones de minerales como turmalinas, apatito, granates, etc., quizá atribuibles a fluidos neumatolíticos o a emanaciones de origen ígneo (más adelante volveremos sobre ello).

En cualquier caso, los minerales más frecuentes, muscovita, biotita y clorita, indican un grado de metamorfismo bajo, de la facies de pizarras verdes de WINKLER (1967), como podría deducirse también de

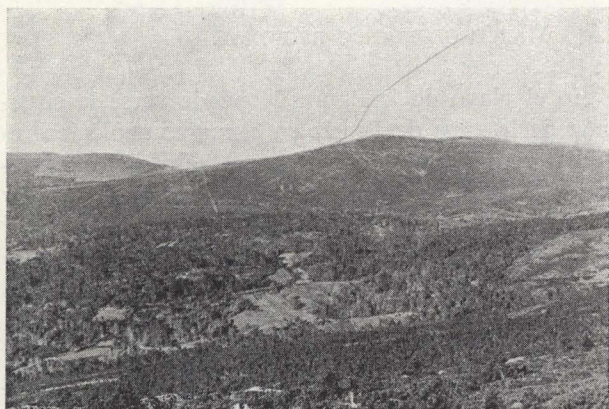


Figura 16

Vista tomada desde el cerro de Marcofán en dirección W. Al fondo, cuarcitas, que dan lugar a un destacado relieve por su resistencia a la erosión; en primer plano, esquistos.

la composición de los feldespatos (v. II: Petrografía). Según las últimas ideas expuestas por WINKLER (1970), podrían clasificarse en la división de "Low-Stage Metamorphism".

Las cuarcitas llegan a individualizarse formando estructuras interesantes en la parte occidental de la zona, como puede verse en el plano geológico. Hay un anticlinal (fig. 16), cuyo flanco se prolonga hacia el S, aunque interrumpido en varias ocasiones debido a la intensidad de la tectónica y a algunas fallas. Lo mismo ocurre con el otro nivel de cuarcitas que aparece un poco más al N y que puede seguirse, ya fuera de la zona, durante un largo trecho.

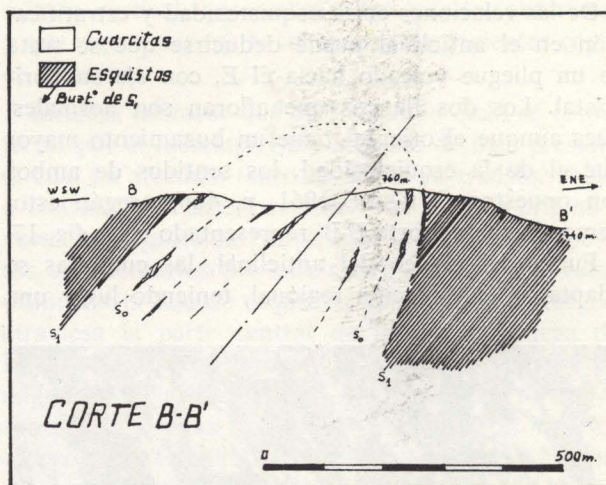


Figura 17

Escalas horizontal y vertical iguales. (Relieve basado en datos de la hoja núm. 186 del Plano Topográfico Nacional).

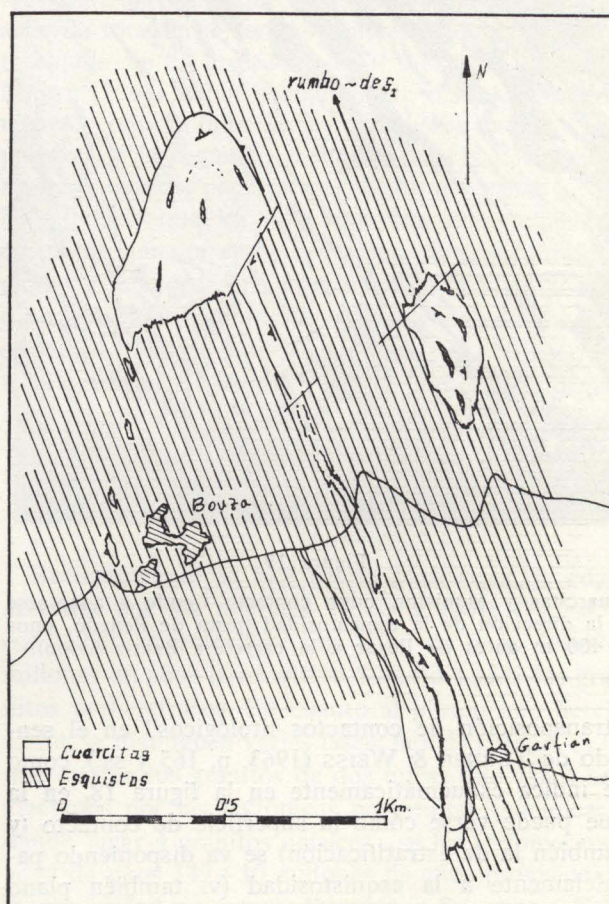


Figura 18

Transposición del contacto entre cuarcitas (blanco) y esquistos (rayado), adaptándose a la esquistosidad, cuyo rumbo está indicado por el rayado.

De las relaciones entre esquistosidad y estratificación en el anticlinal puede deducirse que se trata de un pliegue volcado hacia el E, con eje subhorizontal. Los dos flancos que afloran son normales, pues aunque el oriental tiene un buzamiento mayor que el de la esquistosidad, los sentidos de ambos son opuestos (WILSON, 1961, p. 466); según esto, hemos hecho el corte B-B' representado en la fig. 17.

Fuera del núcleo del anticlinal, las cuarcitas se adaptan a la dirección regional, teniendo lugar una

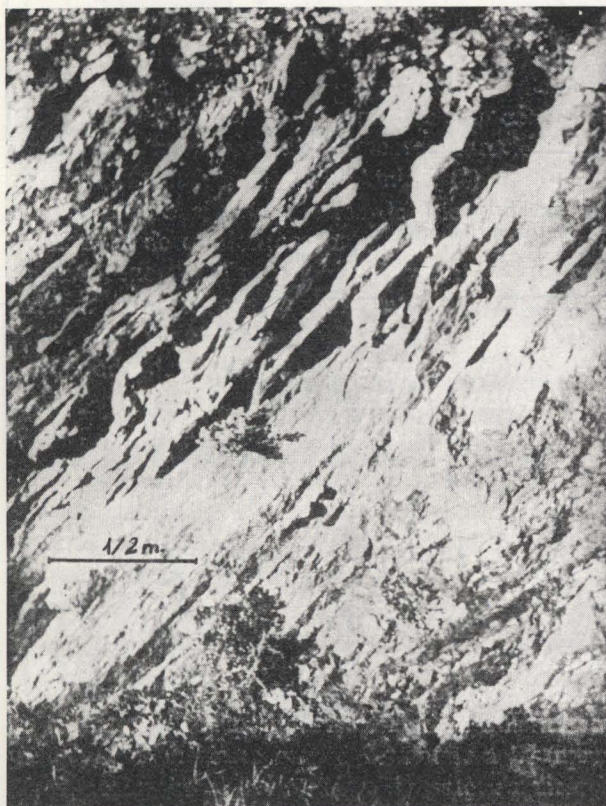


Figura 19

Cuarcitas y esquistos, cuyo contacto tiende a adaptarse a la dirección de la esquistosidad (pista de Penedo, unos 400 m antes de llegar a la carretera Beariz-Avión).

“transposición de contactos litológicos” en el sentido de TURNER & WEISS (1963, p. 165 y ss.), como se indica esquemáticamente en la figura 18, en la que puede verse cómo la superficie de contacto (y también la de estratificación) se va disponiendo paralelamente a la esquistosidad (v. también plano geológico y fig. 19).

Fenómenos que acompañan la mineralización.— Son casi siempre alteraciones neumatolíticas o hi-

drotermales de la roca de caja, que ya han sido descritas al hablar de los efectos de contacto. El resultado es la aparición casi constante de filones (o sustituciones) de turmalina y cuarzo en las zonas mineralizadas, como efecto más visible a simple vista. En algunos casos tiene lugar una caolinización o sericitización, o bien la dispersión de turmalina, apatito, etc., en las rocas adyacentes; aunque esta última casi nunca puede apreciarse en el campo, cuando se descubre, en el estudio petrográfico de una roca, puede indicar la presencia de fluidos que hayan tenido capacidad de transporte de la mineralización. Por ello, tiene interés para prospección el descubrimiento, en zonas no investigadas, de aureolas de dispersión de estos minerales, pues son un posible indicio. Sobre esto se volverá más adelante (Petrografía).

I.5) MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.

En el plano de la figura 20 puede verse la situación de la zona de Beariz en el marco geológico regional, que describimos —aunque sólo en los aspectos que interesan para nuestra investigación— muy brevemente.

I.5.a) Tectónica.

La región gallega ha sido afectada por dos ciclos orogénicos (den TEX, 1966). El primero es de edad precámbrica en su mayor parte y se caracteriza por un metamorfismo regional de alta presión, que viene acompañada por una migmatización de tipo seco y seguida por movimientos epirogénicos de ascenso y por el metamorfismo de contacto de las intrusiones que se originan. Este ciclo no ha actuado en la zona que nos ocupa.

El segundo ciclo es herciniano y consta —según el citado autor— de tres fases; la primera de ellas con dirección de compresión aproximadamente E-W (dando lugar, por tanto, a una esquistosidad N-S), la segunda con dirección de compresión N-S (ejes E-W) y la tercera, de nuevo, compresión E-W; a esta última atribuye den TEX la curvatura de todas las estructuras N-S en Galicia occidental. Cada una de estas tectónicas viene acompañada de su correspondiente metamorfismo, pero no todas se manifiestan con igual intensidad. La primera fase, considerada como la más importante, ha dado lugar a metamorfismo regional de baja presión, de un gra-

diente geotérmico —de 30 a 70° C/km— mucho más elevado que el del ciclo anterior y de edad hercínica temprana, que afecta a todas las rocas anteriores y llega a producir anatexis cuando alcanza las zonas de mayor temperatura (facies de anfibolitas con cordierita de Winkler). El plutonismo posterior

miento vertical, que cortan a los granitos anteriores y que siguen activas hasta épocas tan recientes como el Mioceno.

Interesa destacar que este segundo ciclo se caracteriza por el metamorfismo regional de baja presión, el cual ha afectado tanto las rocas ya transformadas o consolidadas anteriormente —en las que origina a veces metamorfismo retrógrado— como los depósitos sedimentarios pre-hercínicos, dando lugar estos últimos a la faja de esquistos que, a grandes rasgos, atraviesa la parte central de la región gallega de Norte a Sur. El plutonismo posterior dio lugar a migmatitas y a intrusiones —acompañadas de abundantes pegmatitas, diques graníticos y filones de cuarzo mineralizados o estériles— en estos esquistos, como ocurre en la zona de Beariz, en que se puede relacionar la mineralización principalmente con un "stock" granítico.

Aunque hemos tratado de reducirnos a los datos más generales, hay que hacer notar que no hay un acuerdo total entre todos los investigadores que han trabajado en la región gallega. Así, por ejemplo, MATTE (1968) habla solamente de dos fases hercínianas, considerando la primera como la más importante y la segunda, menos general y con deformaciones menos penetrativas. Contrariamente a den TEX, piensa que las dos fases son homoxiales y aproximadamente coincidentes en su estructura regional, debiéndose la curvatura de ésta a un zócalo o a estructuras sedimentarias preexistentes, no a dos episodios diferentes de plegamiento (uno N-S y otro E-W). Ambas fases irían seguidas de unas deformaciones tardías no generales.

1.5.b) Datación.

Recientemente se han hecho dataciones de edad absoluta por los métodos Rb-Sr y K-Ar (PRIEM y col., 1970) obteniéndose una edad de unos 460.430 millones de años (Ordovícico Superior) para los granitos prehercínicos. En cuanto al plutonismo hercíniano, se distinguen varias fases; la más antigua es la que origina los granitos de dos micas que van a ser afectados por las tectónicas posteriores (hacénicas), dando lugar a granitos néisicos; se les atribuye una edad de unos 349 ± 10 millones de años provisionalmente —edad no segura: Devoniano Superior o Carbonífero Inferior (Dinantiense).— Siguen los granitos de dos micas hercínicos tempranos (entre los que podemos contar el de Beariz) a los que se les calcula

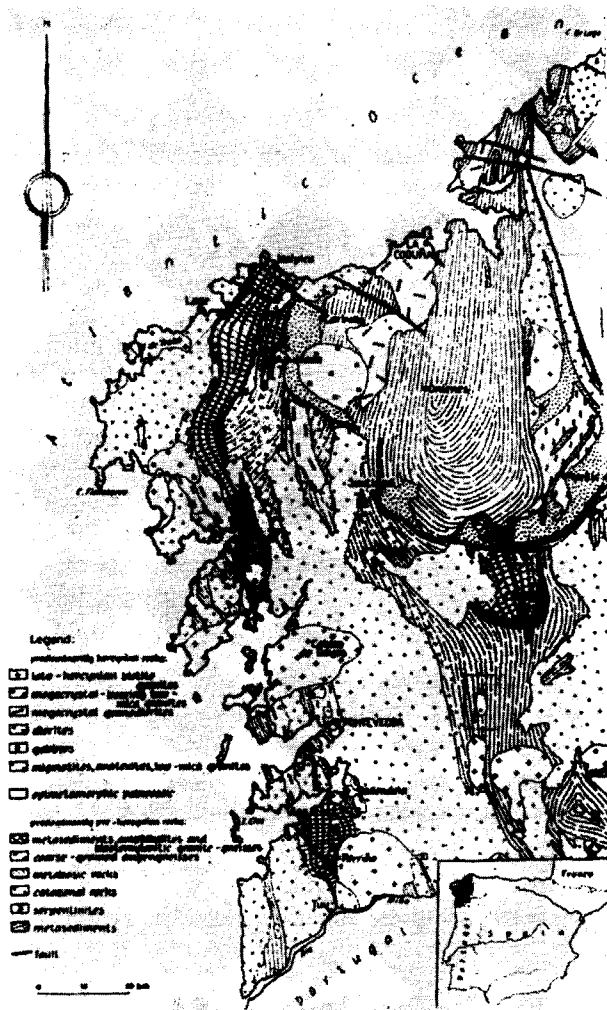


Figura 20

Plano geológico simplificado de Galicia Occidental (tomado de HILGEN, 1971, p. 400; el rectángulo dibujado al W de Pontevedra corresponde a la zona estudiada en el presente trabajo).

consta de gabros y rocas graníticas de diferentes tipos que se van sucediendo hasta el Permiano inferior. Desde entonces no se vuelven a registrar períodos de actividad magmática u orogénica, pero sí una tectónica de carácter epirogénico, que se manifiesta sobre todo por fallas posthercénicas de desgarra-

una edad de unos 298 ± 10 millones de años (Westfaliense Superior; PRIEM y col.) o 295 M. A. (VIALETTE, en CAPDEVILA, 1969). Y finalmente, el plutonismo herciniano post-cinemático se ha datado en unos 280 ± 11 M. A. (aproximadamente en el límite Carbonífero-Permiano).

Es decir, que el emplazamiento de los granitos hercinianos tuvo lugar en un período que va desde el Devoniano Superior hasta el Permiano Inferior, apareciendo niveles cada vez más profundos a medida que nos desplazamos hacia el W. Hay que notar que no se da un acuerdo total, en cuanto a edades y sucesión de fenómenos tectónicos y plutónicos, entre todos los geólogos que han estudiado el macizo Hespérico y que a menudo se ven complicadas las comparaciones y síntesis por las diferencias de terminología (así, por ejemplo, el término "granito" empleado al referir estas dataciones tiene un significado general equivalente a "granitoide" o "roca granítica", sin implicar la composición concreta de un granito en petrografía).

1.5.c) *Petrografía y génesis.*

En un esfuerzo por sistematizar el conocimiento de la petrografía gallega, CAPDEVILA y FLOOR (1970) agrupan las rocas ácidas de esta región en dos series principales: la de los granitoides alcalinos de dos micas y la de los granitos calcoalcalinos (con biotita dominante), en cada una de las cuales entran rocas de edades diferentes, pero que tienen en común ciertas características de composición o de origen. No entraremos en los detalles de estas clasificaciones generales, pero hemos de notar que a las rocas del primer grupo se les atribuye un origen anatóctico estrechamente ligado al metamorfismo regional herciniano y que a ellas pertenece el granito de Beariz, como veremos oportunamente. En cuanto al segundo grupo, que no presenta relaciones evidentes con el metamorfismo regional y que por su com-

posición indica una temperatura de formación más alta, se piensa que procede de niveles más profundos de la corteza terrestre y en algún caso se ha invocado una posible relación con grandes fallas regionales (YPMA, 1966; CAPDEVILA y FLOOR, 1970), que habrían facilitado el emplazamiento de las intrusiones.

1.5.d) *Metagenia.*

Tiene interés también el comparar las rocas graníticas de la región gallega con las de otras zonas del Macizo Hespérico, pues de ello pueden deducirse conclusiones de interés en cuanto a la génesis de las mineralizaciones. Esto exige un serio esfuerzo de revisión y discusión de las ideas vigentes hasta ahora, pero ya se han hecho los primeros intentos, sobre todo en lo que se refiere a la región portuguesa (FLOOR, KISCH y OENING SOEN, 1970; FLOOR, 1970; YPMA, 1966). Este último autor defiende una relación de la mineralización de Sn-W con los granitos de dos micas, a pesar de considerarlos como el producto de una anatexis incipiente y de que, por tanto, difícilmente podrían haber sufrido los procesos de diferenciación necesarios para dar lugar a una concentración metálica de tal magnitud. Basado en datos tectónico-estructurales (PARGA-PONDAL, 1963) y geoquímicos (WEDEPOHL, 1961), supone que los granitos han producido la removilización de zonas de preconcentración sedimentaria; en los casos en que se ve relación con granitos calcoalcalinos solamente, supone que ha habido removilización de yacimientos anteriores.

THADEU (1973), que ha estudiado ampliamente los yacimientos portugueses, se muestra en desacuerdo con estas conclusiones. Evidentemente, se necesita mucha investigación todavía para dar respuesta a todos los interrogantes hoy planteados.

Recibido: Julio 1974.